

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-243544

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)10月11日

F 16 F 15/02  
B 63 H 21/306581-3J  
Z-7723-3D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 動吸振器の制御装置

⑰ 特 願 昭62-71645

⑱ 出 願 昭62(1987)3月27日

⑲ 発 明 者 近 藤 潔 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社  
内  
⑲ 発 明 者 片 岡 福 彦 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社  
内  
⑲ 発 明 者 宇 野 清 隆 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社  
内  
⑲ 出 願 人 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号  
⑲ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

動吸振器の制御装置

## 2. 特許請求の範囲

被制振体に固定される外側枠体の内部に内側枠体を揺動自在に設け、この内側枠体の内部に重錘を上下動自在に設け、かつ前記外側枠体の内壁面と内側枠体の外壁面との間に一対のバネを介在させた動吸振器において、前記動吸振器の固有振動数に対応する前記重錘の位置データを予め設定記憶する制振テーブルと、前記被制振体の振動を検出する振動検出手段と、この手段により検出された被制振体の振動数に相当する前記動吸振器の固有振動数が得られる重錘の位置データを前記制振テーブルから検索するテーブル検索手段と、この検索手段により検索された位置データに応じて前記重錘の位置を設定する位置設定手段とを具備したことを特徴とする動吸振器の制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、船舶や大型構造物等における振動を抑制するための動吸振器の制御装置に関する。

[従来の技術]

例えば船舶においては、船体が機関の運転によって振動し船舶内が騒々しくなるので、これを解消するため従来から種々の動吸振器が船体に取り付けられ使用されている。

動吸振器は次のような動吸振の原理に基づいて船体の振動を解消するものである。すなわち、第4図に示すような振動系(被振動体の質量 =  $m_1$ 、ばね定数 =  $k_1$ ) 1 に周期的外力  $\theta \sin \omega t$  が作用すると、この振動系 1 の固有振動数  $p_1 = \sqrt{k_1 / m_1}$  が振動数  $\omega$  に近い場合には共振する。ところが、このとき第5図に示すように別の振動系(被振動体の質量 =  $m_2$ 、ばね定数 =  $k_2$ 、固有振動数  $p_2 = \sqrt{k_2 / m_2}$ ) 2 を付加し、この固有振動数  $p_2$  を振動系 1 における共振周波数  $\omega$  と等しくなるようにすると、下記の数式で証明するように、付加した振動系 2 は振動するが、もとの振動系 1 の振動を止めることができる。

両振動系の運動方程式は、

$$m_1 (d^2 x_1 / dt^2) = -k_1 x_1 + k_2 (x_2 - x_1) + \theta \sin \omega t \quad \dots (1)$$

$$m_2 (d^2 x_2 / dt^2) = -k_2 (x_2 - x_1) \quad \dots (2)$$

となる。解を  $x_1 = A_1 \sin \omega t$ ,  
 $x_2 = A_2 \sin \omega t$  と仮定して上記 (1), (2) 式に代入して整理すると、

$$(-m_1 \omega^2 + k_1 + k_2) A_1 - k_2 A_2 = 0 \quad \dots (3)$$

$$-k_2 A_1 + (-m_2 \omega^2 + k_2) A_2 = 0 \quad \dots (4)$$

となる。

これら (3), (4) 式から  $A_1$  を  $\omega$  の関数として求めると、第6図に示す通りとなる。ここで振幅は  $\theta$  による  $k_1$  の静的たわみに対する振幅倍率で表わしている。

第6図から明らかなように、特定の振動数  $\omega$  に対して  $A_1 = 0$  となる。すなわち、(4) 式から

固有振動数を被制振体の特定振動数に精度良く一致させるのが困難である上、被制振体の振動数変化に対して追従性が悪く、船舶や大型構造物に対する制振性能は満足できるものではなかった。

そこで本発明は、動吸振器の固有振動数を被制振体の特定振動数に精度良く一致させることができ、かつ被制振体の振動数変化に対して自動的にしかも高精度に追従することができ、船舶や大型構造物に対しても安定した制振性能を得ることができる動吸振器の制御装置を提供することを特徴とする。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、被制振体に固定される外側枠体の内部に内側枠体を揺動自在に設け、この内側枠体の内部に重錘を上下動自在に設け、かつ前記外側枠体の内壁面と内側枠体の外壁面との間に一對のパネを介在させた動吸振器に対し、前記動吸振器の固有振動数に対応する前記重錘の位置データを予め設定記憶するための制振テーブルを設け、前記被制振体の振動を振動検出手段により検出し、こ

かるように  $\omega_0 = \sqrt{k_2 / m_2}$  に対して  $A_1 = 0$  となる。したがって、外力振動数  $\omega_0$  と等しい固有振動数を持つ振動系2を付加すれば元の振動系1は振動しなくなる。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

しかるに、上記原理によって振動を止めることができる範囲は第6図に示すように特定の振動数  $\omega_0$  に限られ、またこの  $\omega_0$  の両側には共振点があり、この点では元の振動系1を振幅が無限大で共振するおそれがある。しかも、被制振体として船舶や大型構造物に上記原理の動吸振器を使用したときに、両者の質量比  $\mu = m_2 / m_1$  が非常に小さい場合（例えば  $1 / 100$  以下）には、2つの共振点の差  $\Delta \omega = \omega_2 - \omega_1$  が小さくなる。したがって、この場合には動吸振器の固有振動数を精度良く被制振体の特定振動数  $\omega_0$  に一致させないと共振を生ずるおそれが高い。また、動吸振器における固有振動数の制御が被制振体の振動数の変化に対して正確に追従できなければならない。

ところが、従来の動吸振器においては、その固

の検出された被制振体の振動数に相当する前記動吸振器の固有振動数が得られる重錘の位置データをテーブル検索手段により前記制振テーブルから検索し、この検索された位置データに応じて位置設定手段により前記重錘の位置を設定するようにしたものである。

#### 〔作用〕

このような手段を講じたことにより、動吸振器の固有振動数が被制振体の振動数に相当するため重錘位置が判定され、重錘が該当位置に自動的に設定される。

#### 〔実施例〕

以下、本発明を被制振体として船舶に適用した一実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図は本実施例装置のブロック構成図であって、動吸振器10は船体11に固定部材12を介して固着されている。13は例えば円筒状をなす外側枠体であって、この外側枠体13の天板13aの中心線上に軸14用の1組の軸受15、15が設けられており、軸受15、15間に軸

14が架設されている。また、上記軸14には1組のブラケット16、16が吊り下されており、これらブラケット16、16により内側筐体17が軸14に対して揺動自在に設けられている。

上記内側筐体17の中心部にはサーボモータ18によって回転する送りネジ19が立設されており、この送りネジ19には重錘20が螺合している。また、上記内側筐体17には複数本のガイド棒21、21が立設されており、前記重錘20は送りネジ19の回転により前記ガイド棒21、21に導かれながら上下動する。そして、上記ガイド棒21、21の所定の1本にはスケール22が取付けられており、重錘20の上下方向位置を測定するものとなっている。また、内側筐体17の両側板17a、17bにはそれぞれ板パネ板取付け部23、23が設けられている。そして、断面U型の一对の板パネ24、24が、その一端を取付け部23、23に取付け、他端を外側枠体13の内壁に固着して、内側筐体17に対して対称に設けられている。

て増幅、波形整形等の信号処理が施された後、前記入出力インタフェース34を介して主制御部31に与えられる。また、前記スケール22の測定データに応じて重錘位置検出器44により重錘20の鉛直方向位置が検出され、その検出信号が信号処理回路45にて増幅、波形整形等の信号処理が施された後、前記入出力インタフェース34を介して主制御部31に与えられる。さらに、船体11に設けられた振動センサ46からの出力に応じて船体振動検出器47により船体11の振動が検出され、その検出信号が信号処理回路48にて増幅、波形整形、フィルタリングなどの信号処理が施された後、前記入出力インタフェース34を介して主制御部31に与えられる。同様に、内側筐体17に設けられた振動センサ49からの出力に応じて重錘振動検出器50により重錘20の振動が検出され、その検出信号が信号処理回路51にて増幅、波形整形などの信号処理が施された後、前記入出力インタフェース34を介して主制御部31に与えられる。また、主制御部31か

図中30はマイクロコンピュータであって、主制御部31、ROM(リードオンリーメモリ)32、RAM(ランダムアクセスメモリ)33および入出力インタフェース34等から構成される。主制御部31はそれぞれバスライン35、35、35を通してROM32、RAM33および入出力インタフェース34を接続し、これらの動作を制御するものである。ROM32には各種の演算プログラムなどのような固定データが記憶されており、RAM33には第2図に示すように動吸振器10における重錘20の位置とそれに対応する固有振動数とを予め設定した制振テーブル36などが形成されている。また、入出力インタフェース34には複数の信号線が接続しており、これらの信号線を通して外部回路と主制御部31とのデータ授受を行なう。すなわち、船舶の起振源である例えばプロペラ40のプロペラ軸41に設けられた回転検出センサ41の出力に応じて回転パルス検出器42によりプロペラ軸40aの回転速度が検出され、その速度信号が信号処理回路43に

らの重錘位置設定信号が入出力インタフェース34を介してモータ駆動制御回路52に出力され、このモータ駆動制御回路52によりモータ駆動回路53の駆動が制御されてサーボモータ18の駆動/停止が行なわれる。

しかして、前記主制御部31はROM32に記憶される演算プログラムにしたがって第3図に示す如く動作するように構成されている。すなわち、被制振体の振動数を検出したならば(ST1)、この振動数に基づいてRAM33の制振テーブル36を検索する(ST2)。そして、被制振体の振動数に相当する固有振動数に該当する重錘位置を判定し(ST3)、この位置データを記憶するとともに位置設定信号として入出力インタフェース34を介してモータ駆動制御回路52に出力する(ST4、5)。そうすると、サーボモータ18および送りネジ19の作用により重錘20が上下動し、このときの重錘位置が重錘位置検出器44にて検出され、位置検出信号が入出力インタフェース34を介して与えられる(ST6)。そ

ここで、主制御部31では設定位置と検出位置とを比較し(ST7)、両者が一致したならば位置設定信号の出力を解除して重錘20の位置決めを終了する(ST8)。

次に、本実施例装置の動作について説明する。被制振体の振動数の検出は起振源が発生する信号すなわちプロペラ40の回転を検出する回転パルス検出器42の出力信号か、あるいは構造物の振動すなわち船体11の振動の検出する船体振動検出器47の出力信号により行なわれる。今、船舶の機関の運転によってプロペラ40の回転力が変化し、回転パルス検出器42の出力が変化すると、主制御部31では回転パルス検出器42の出力変化に対する船体11の振動数を推定し、RAM33内の制振テーブル36の検索を行なって上記振動数に相当する固有振動数に対応する重錘20の位置データを取り出す。そして、この位置データを位置設定信号としてモータ駆動制御回路52に送出する。そうすると、モータ駆動回路53の駆動が制御され、この制御によりサーボモ

ータ18が任意の方向に駆動して送りネジ19が回転し、重錘20がガイド棒21にガイドされながら上方または下方に移動する。このとき重錘20の鉛直方向位置が重心位置検出器44により検出され、位置検出信号が主制御部31に与えられる。これにより、主制御部31では設定位置と検出位置との比較を行ない、両者が一致したとき位置設定信号の出力を解除する。しかして、重錘20はほぼ船体11の振動を抑制する位置に停止する。

次に、微調整に移行する。つまり、設定位置と検出位置とが一致した状態で船体検出器47により船体の微小な振動を検出したならば、サーボモータ18を駆動して重錘20を少しずつ移動させる。そして、船体11の微小な振動の範囲内での振幅の最小値を求め、この時点で重錘20を位置決めする。

また、このとき船体11の共振点近傍では、主制御部31において船体振動検出器47により検出される船体の振動加速度を求めるとともに、重

錘振動検出器50により検出される重錘20の振動加速度を求める。そして、船体11の振動加速度の位相から重錘20の振動加速度の位相を差し引いた値が90°となったとき、重錘位置の一致点とみなして重錘20を位置決めする。

このように本実施例においては、被制振体の振動数に相当する動吸振器10の重錘位置を決定して制振テーブル36を形成し、被制振体としての船舶の外力であるプロペラによる振動を検出したならば、その振動数に相当する重錘位置を制振テーブル36から検索して重錘20をこの位置に自動的に移動させることにより制振をはかっている。そして、船体11の微小な振動や動吸振器10の微小な振動に対しても重錘位置の微調整が可能である。

したがって、本実施例によれば、被制振体の振動に対して動吸振器の固有振動数を自動的にかつ高精度に追従させることができ、しかも、両振動数を精度良く一致させることができる。その結果、船舶等のように被制振体と重錘20との質量比が

大きく、2つの共振点の差が小さい場合であっても安定した制振性能が得られる。

なお、本発明は前記実施例に限定されるものではない。例えば、前記実施例では重錘20を自動的に上下動させる手段としてサーボモータ18を使用したのが、油圧シリンダなどの駆動機構を適用してもよいのは言うまでもない。また、動吸振器10の構造も前記実施例に限らない。さらに、前記実施例では制振テーブル36をRAM33に形成する場合を示したが、ROM32に固定記憶させるようにしてもよい。そのほか、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

#### 〔発明の効果〕

以上詳述したように、本発明によれば、動吸振器の固有振動数を被制振体の特定振動数に精度良く一致させることができ、かつ被制振体の振動数変化に対して自動的にしかも高精度に追従することができ、船舶や大型構造物に対しても安定した制振性能を得ることができる動吸振器の制御装置

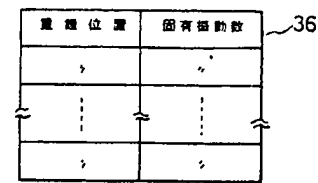
を提供できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

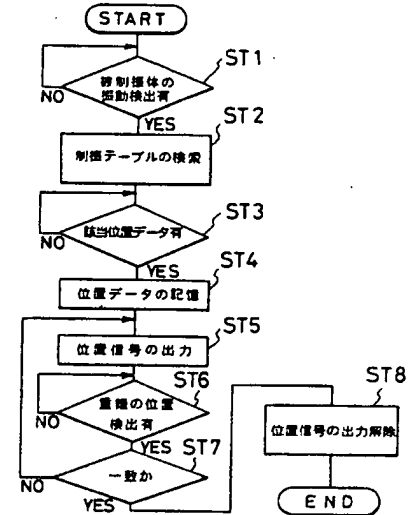
第 1 図ないし第 3 図は本発明の一実施例を示す図であって、第 1 図は装置全体のブロック構成図、第 2 図は制振テーブルを示す図、第 3 図は主制御部の動作を示す流れ図、第 4 図ないし第 6 図は動吸振器の原理説明図である。

10…吸振器、11…船体、18…サーボモータ、20…重錘、30…マイクロコンピュータ、36…制振テーブル、40…プロペラ、42…回転パルス検出器、44…重錘位置検出器、47…船体振動検出器、50…重錘振動検出器。

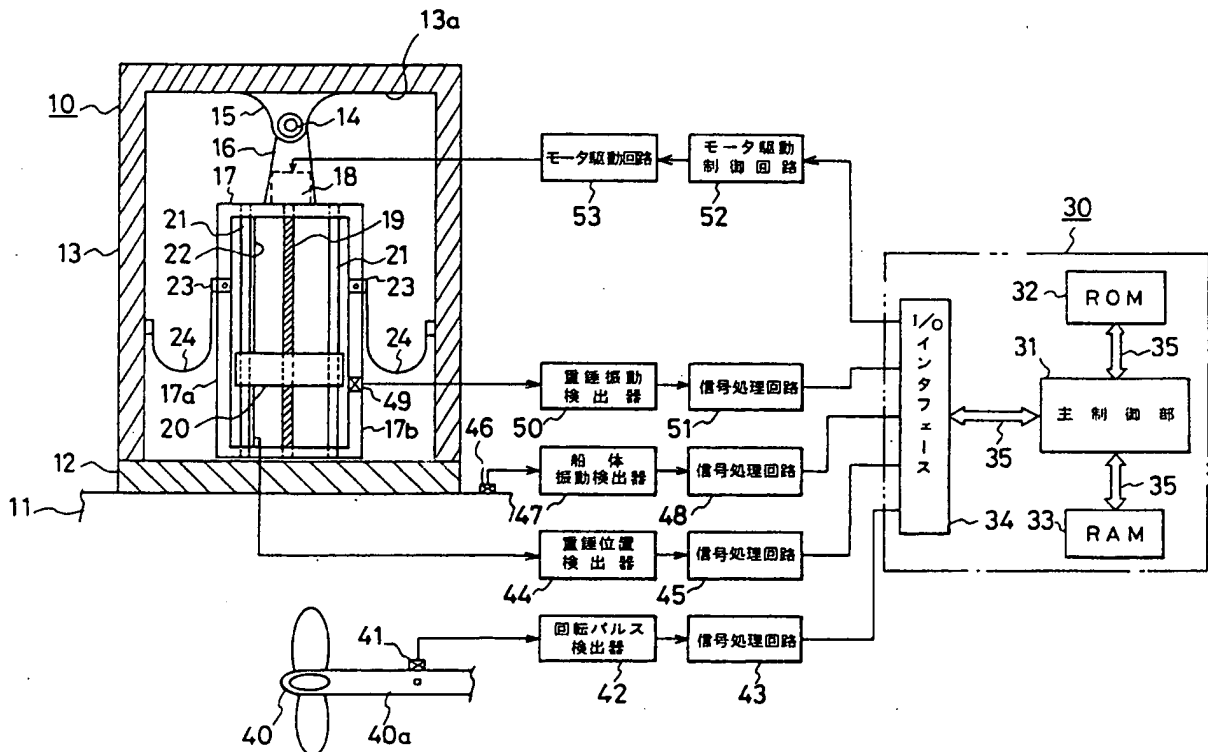
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



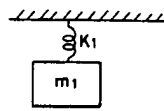
第 2 図



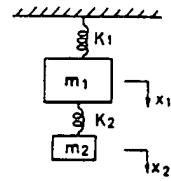
第 3 図



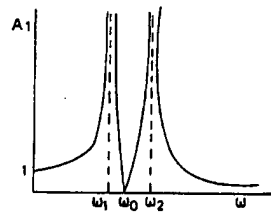
第 1 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図